

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАТЕНТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, КАСАЮЩЕЙСЯ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ С ГПУ - РЕШЕТКОЙ

Ершов А.А.

Руководитель – профессор докт. техн. наук Логинов Ю.Н.
ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г.Екатеринбург, unl@mtf.ustu.ru

При деформации металлов Ti, Zr и Hf в состоянии ГПУ – решетки, характеризуемой отношением $c/a < 1,633$, происходит призматическое скольжение и действующее наряду с ним двойникование. Это приводит к тому, что формируется текстура с зоной преимущественной ориентации полюсов (0001), отклоненной на угол $\pm(20...40)^\circ$ от нормального направления к поперечному направлению, при этом полюса $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ выстроены вдоль направления прокатки.

Наличие фазового перехода $\alpha \leftrightarrow \beta$ приводит к увеличению вариантности технологической обработки. Кроме того, известно, что металлы с гексагональной решеткой обладают повышенным уровнем анизотропии, это приводит к необходимости учета указанного фактора при назначении технологических параметров. По этим признакам часто объединяют три металла со схожими свойствами: титан, цирконий и гафний – в одну группу и создают похожие друг на друга технологические процессы. Этот факт часто отражается в попытках защитить технологические решения патентами различных стран и компаний, что будет продемонстрировано ниже на основе патентного поиска по документам, охраняющим интеллектуальную собственность.

Французской компанией COMPAGNIE EUROPEENNE DU ZIRCONIUM CEZUS (патент WO2009101359) предложен метод изготовления заготовок из циркониевых, титановых и гафниевых сплавов. Способ включает ступени подготовки слитка, горячую обработку ковкой или прокаткой, холодную обработку, термическую обработку. Последняя ступень обязательно включает, по крайней мере, один проход прокатки на пильгер-стане. Предложено горячей ковкой получать заготовку квадратного сечения и прокатывать ее на стане Кокса с диаметром валков 500 мм с получением промежуточной заготовки диаметром 25 мм. Прокатку продолжают при температуре 650°C на валках диаметром 200мм с достижением диаметра заготовки 15мм. Термическая обработка представляет собой рекристаллизационный отжиг при температуре 700°C . Достигаемая цель обработки – измельчение структуры металла до необходимых размеров.

Немецкой компанией DAIMLER CHRYSLER AG предложен метод производства поковок из циркониевых, титановых и гафниевых сплавов (патент US2007068608). В соответствии с изобретением сплав, содержащий

более 80 мас.% основного компонента, подвергают ковке при температуре на 5...15 °С (предпочтительнее 10°С) выше температуры фазового перехода и затем охлаждают. Целью изобретения является получение смеси двух фаз с наследованием достоинств высокой прочности материала в ОЦК – решетке и высоким модулем упругости материала в ГЦК – решетке. В течение нагрева низкотемпературная фаза замещается высокотемпературной фазой с получением $\alpha+\beta$ микроструктуры, которая представлена как композиционный материал, состоящий из двух фаз, каждая из которых обладает своими полезными свойствами. При более высокой температуре обработки происходит изоляция либо α -фазы либо β -фазы.

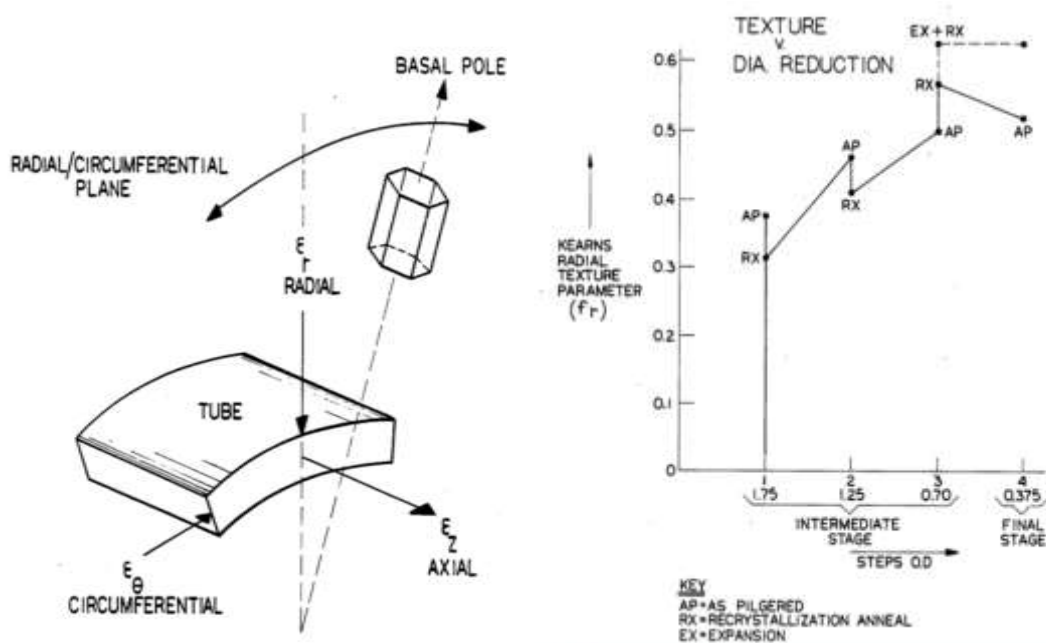


Рис. 1. Расположение ГПУ - кристаллита вдоль радиального направления в деформируемой трубной заготовке из циркониевого сплава Zircaloy (а) и влияние шагов деформации с отжигом на изменение радиальной текстуры по патенту США № 4765174 Westinghouse Electric Corporation

Американская корпорация WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION получила патент США № US4765174 на способ обработки металлического трубного материала, имеющего ГПУ - структуру. Предложенное техническое решение включает ступени обработки, по крайней мере, одним обжатию и одним отжигом, причем предусмотрены процедуры, направленные на формирование радиальной текстуры. На рис. 1 показано желательное направление ориентации ГПУ – решетки в металле при радиальной текстуре. Текстура оказывается значимым фактором при использовании труб в атомной энергетике, поскольку от нее зависит целый ряд свойств, включая физические, механические и химические характеристики.

На промежуточной стадии обработки в трубной заготовке уменьшают диаметр и толщину стенки трубы, а на завершающей стадии диаметр увеличивают на 5...12 %. Это иллюстрируется рис. 3, где показаны направления деформаций в трубной заготовке по стадиям обработки.

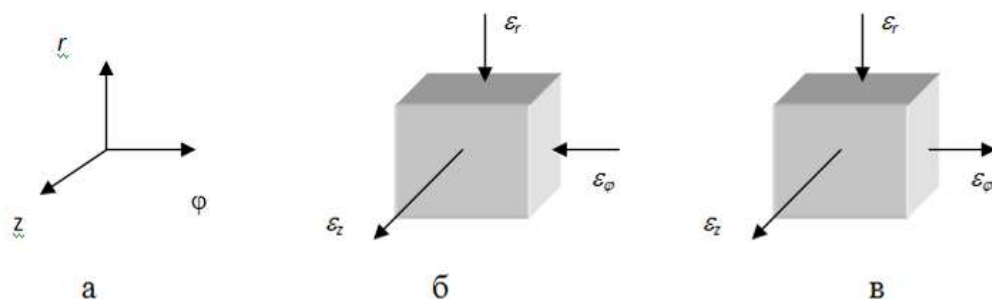


Рис. 2. Система координат (а), направление деформаций на промежуточной стадии обработки труб (б) и на завершающей стадии (в)

Для получения радиальной текстуры в трубной заготовке следует обеспечить наличие деформаций удлинения в двух направлениях, не совпадающих с радиальным направлением: это осевое и тангенциальное направления. Такая схема не достигается при обжатии заготовки одновременно по диаметру и по толщине стенки: здесь действуют две деформации укорочения. Поэтому такая схема используется на промежуточной стадии обработки, для нее можно применить наиболее доступное оборудование, например, трубопрокатный стан. На завершающей стадии предложено перейти к схеме увеличения диаметра, что достигается, например, расширением заготовки гидростатическим прессованием. Здесь возникает схема пластического течения, характеризуемая одной деформацией укорочения и двумя деформациями растяжения. Это приводит к увеличению параметра Кернса f_r выше 0,6, что говорит о предпочтительной ориентации нормалей к базовым плоскостям в радиальном направлении.

Анализ патентной документации в области обработки материалов с ГПУ – решеткой приводит к выводу о необходимости учета предпочтительных ориентировок кристаллитов в технологических процессах.